

1. APRESENTAÇÃO

O Livro Aberto da Engenharia Mecânica está dirigido a todos aqueles homens e mulheres que sentem o desejo de colaborar no desenvolvimento técnico, econômico e social do mundo, promovendo sua transformação e melhoria através de uma atividade humana – a engenharia mecânica, sobre a qual descansam grande parte das transformações transcendentais que a humanidade conheceu e que certamente continuará prestando um apoio decisivo neste processo.

Pretende mostrar a autêntica realidade da engenharia mecânica, bastante distante dos tópicos em que tradicionalmente foi enquadrada.

O Livro Aberto da Engenharia Mecânica também pretende ser o marco geral de reflexão da comunidade de engenheiros mecânicos iberoamericanos, que permita encaminhar todos os esforços (pesquisa, formação, etc.) em prol do desenvolvimento de todos nossos países, e conseqüentemente, de toda a humanidade.

O documento se estrutura em blocos, que respondem às seguintes questões:

- O que é a engenharia mecânica?
- Como se desenvolve a engenharia mecânica?
- Quem é o engenheiro mecânico?
- Como é o trabalho profissional do engenheiro mecânico?
- Como é a formação do engenheiro mecânico?

QUE É A ENGENHARIA MECÂNICA?

- Conceito da engenharia mecânica.
- Evolução da engenharia mecânica.
- Áreas próprias da engenharia mecânica.
- Conexão com outras engenharias e disciplinas.

O QUE É A ENGENHARIA MECÂNICA? CONCEITO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Em termos gerais, define-se a engenharia mecânica como a atividade humana encaminhada a transformar a natureza a serviço das necessidades do homem, nos campos da pesquisa, desenvolvimento, construção, operação, manutenção e comercialização de sistemas e equipamentos mecânicos.

Estes sistemas e equipamentos mecânicos são os mais variados, podendo ir desde motrizes (motores de todo tipo), até instrumentos e aparelhos (instrumentos de som, cirúrgicos, recreativos, etc.), passando pela amplíssima variedade de máquinas operadoras (máquinas para trabalhar o metal, a pedra, a madeira, etc.; máquinas de transporte de sólidos, líquidos ou pessoas; máquinas para embalar, fechar, etiquetar, etc.).

No quadro abaixo se mostra uma tipologia do maquinário e dos sistemas mecânicos, que dá uma idéia de sua enorme diversidade. Sem nenhum exagero, pode-se afirmar que o homem atual, no mundo desenvolvido, vive imerso em um mundo de máquinas, um “mundo artificial” criado pelo próprio homem ...

Tipologia do maquinário e dos sistemas mecânicos:

a.- Máquinas motrizes:

- Motores de combustão interna e externa
- Turbinas de vapor e de gás
- Reatores
- Turbinas hidráulicas
- Turbinas atmosféricas

b.- Máquinas operadoras

1.- Máquinas ferramentas (para trabalhar o metal, a pedra, a madeira, os plásticos, etc.)

2.- Maquinário para o transporte

- De fluídos (bombas, etc.)
- De sólidos (elevadores para cargas, gruas, escavadoras, caminhões, tratores, etc.).
- De pessoas (elevadores e escadas mecânicas (rolantes), automóveis, trens, aviões, barcos,
- etc.).

3.- Máquinas para embalagem, dosificação, limpeza, etc.

4.- Máquinas de embrulhar, encher, dosar, fechar e encapsular, etiquetar, classificar, etc.

c.- Instrumentos e aparelhos

- Para escrever, desenhar, reproduzir, etc.
- Instrumentos de som
- Instrumentos cirúrgicos, de reabilitação e próteses
- Instrumentos e aparelhos de uso doméstico
- Aparelhos para a medição, ensaios, controle e simulação
- Aparelhos e instrumentos recreativos e esportivos
- Ferramentas (acionadas manualmente, neumaticamente ou eletricamente).

EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA MECÂNICA

A engenharia mecânica, como atividade humana diferenciada, pode-se dizer que nasceu com a máquina de vapor (constitui, portanto, o ramo mais antigo da engenharia), e se expandiu rapidamente ao longo do século XIX e princípios do XX. Esta expansão, principalmente quantitativa, foi sendo substituída, na segunda metade do século XX, por uma expansão qualitativa, sendo as principais características das máquinas mais recentes sua crescente automatização, segurança e fiabilidade, o emprego de novos materiais (principalmente aleações especiais e materiais sintéticos), os desenhos mais elaborados e fundamentados em ferramentas conceituais e matemáticas mais potentes; a busca de maiores rendimentos e, conseqüentemente, um menor consumo energético, com um progressivo respeito à integração da maquinária com o meio, em aspectos relativos a diminuição de contaminação, ruídos, vibrações, etc.

Uma das repercussões mais transcendentais da implementação da moderna maquinária foi a crescente e rápida automatização dos processos produtivos (fabricação “flexível”) que ao mesmo tempo que melhorou enormemente a produtividade também originou graves tensões no trinômio tradicional salário-produção-consumo, que estão obrigando a importantes ajustes econômicos, sociais, culturais, educativos, etc. em todo o mundo.

As futuras tendências da engenharia mecânica podem ser definidas pelas seguintes características:

- Desenho de máquinas cada vez mais complexas, fiáveis, seguras, com maior rendimento, menos contaminantes, etc, sempre apoiando-se em métodos de cálculo mais potentes e otimizados.
- Desenho e construção de máquinas e sistemas mecânicos ao serviço da saúde, do lazer e do entretenimento.
- Desenho e construção de máquinas e sistemas mecânicos para a exploração de fundos marinhos e do espaço exterior.
- Desenho e construção de máquinas para a automatização dos processos produtivos.

Como se vê a engenharia mecânica, que foi a primeira em aparecer, não apenas continua viva, senão se encontra cada vez mais pujante, constituindo um dos pilares fundamentais do futuro desenvolvimento humano. A engenharia mecânica não foi desbancada ou obscurecida por outros ramos mais modernos (eletrônica, por exemplo), mas com o auxílio destes novos ramos, recebeu novo impulsos.

A realidade é que a engenharia mecânica desaparecia quando o homem já não tivesse energia para transformar, nada que fabricar, nada que transportar, ... definitivamente, quando o próprio homem desaparecesse como ser civilizado ...

ÁREAS PRÓPRIAS DA ENGENHARIA MECÂNICA

Como se deduz do próprio conceito de engenharia mecânica, confirmado pela tradição secular desta disciplina, existem três grandes áreas de atividade industrial englobadas integralmente dentro da engenharia mecânica:

- 1) Desenho, construção, manutenção e operação de máquinas e sistemas mecânicos de todo tipo.
- 2) Processos de fabricação de produtos que requeiram a configuração de componentes, o que se conhece com mais propriedade como tecnologia mecânica (fabricação de peças diversas, com diversos materiais, empregando diferentes tecnologias de fabricação ...).
- 3) Transformações energéticas que gerem energia mecânica, e especialmente, as conversões térmicas (incluindo os conhecimentos básicos de tais transformações, como “termodinâmica”, “termotecnia”; “mecânica de fluídos”, etc.)

CONEXÃO COM OUTRAS ENGENHARIAS

Do próprio conceito de engenharia mecânica, e da própria constituição das máquinas e sistemas mecânicos atuais, entende-se a enorme multidisciplinariedade deste ramo da engenharia, bem como suas diversas e profundas conexões com praticamente todos os ramos da engenharia, inclusive com outras disciplinas fora desta área.

Em muitos casos, estas relações são diretas, na medida que o ramo de engenharia em questão não é mais do que um desdobramento, por imperativos da especialização, da própria engenharia mecânica. Em outros casos, a relação é íntima mas indireta, na medida que ambas se superpõem na produção de máquinas e produtos (tal é o caso da engenharia mecânica e da eletrônica, que vão juntas na maior parte do moderno maquinário e processos mecânicos).

A atual engenharia mecânica (e muito mais no futuro) mantém uma relação cada vez mais estreita com a medicina, constituindo atualmente uma nova especialidade que concerne a ambas, conhecida como Biomecânica (entende do desenho e fabricação de próteses artificiais, instrumentos cirúrgicos e de reabilitação, bombas extra-corpóreas, etc.).

Ainda mantém uma estreita relação com as Belas Artes, face os novos e crescente requerimentos do Desenho Industrial (fabricação de produtos de consumo, nos quais a estética passa a ser um fator primordial).

No seguinte quadro se mostra de forma esquemática, as relações da engenharia mecânica com outras diversas disciplinas, assinalando com três asteriscos uma intensa relação e com um asterisco uma pequena relação.

CONEXÃO COM OUTRAS ENGENHARIAS:

*** Eng. Aeronáutica (desenho, fabricação e manutenção de motores, mecanismos e sistemas mecânicos utilizados pela aeronáutica e astronáutica).

** Eng. Agrícola (desenho, fabricação e manutenção de maquinário agrícola).

** Eng. Civil (desenho, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos utilizados pela engenharia civil: tratores, escavadoras, guias, etc.).

* Eng. Elétrica (desenho e fabricação de componentes mecânicos de máquinas elétricas; operação e manutenção de equipamentos mecânicos em centrais elétricas).

* Eng. Eletrônica (diretamente na fabricação de componentes eletrônicos. Indiretamente, na medida que o maquinário moderno leva associado uma grande carga de componentes eletrônicos).

** Eng. de Materiais e Metalurgia (desenho e fabricação de maquinário para a obtenção e elaboração de materiais de todo tipo).

*** Eng. de Minas (desenho, fabricação e manutenção de maquinário para o trabalho em minas).

*** Eng. Naval (desenho, fabricação e manutenção de motores, equipamentos e sistemas mecânicos utilizados em barcos).

** Eng. Nuclear (desenho, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos utilizados nas centrais nucleares).

** Eng. Industrial (complementação da mecânica, na direção e coordenação de todas as indústrias mecânicas).

** Eng. Química (desenho, fabricação e manutenção de componentes mecânicos usados nas indústrias químicas, de alimentação, etc.).

*** Eng. Têxtil e de Papel (desenho, fabricação e manutenção de maquinário para o trabalho de têxteis e de papel).

CONEXÃO COM OUTRAS ESPECIALIDADES

- . Medicina (Biomecânica)
- . Belas Artes (Desenho Industrial)

COMO SE EXERCE A ENGENHARIA MECÂNICA?

- O processo produtivo e a engenharia mecânica.
- Campos de atividade da engenharia mecânica.
- Ordens de atividade da engenharia mecânica.

O PROCESSO PRODUTIVO E A ENGENHARIA MECÂNICA

Para conhecer a engenharia, ou seja, quais trabalhos executam o engenheiro mecânico, o melhor é analisar, passo a passo, as diferentes etapas de um processo produtivo, um exemplo dos quais expomos à continuação:

A energia é uma necessidade humana vital e crescente, que anda junto ao desenvolvimento tecnológico de toda comunidade humana.

Para consegui-la, o homem moderno utilizou, e segue utilizando, as energias fósseis (carvão, petróleo e urânio) armazenadas na Terra durante milênios. Entretanto, seu uso massivo está causando sérios problemas, que certamente se agravarão em um futuro, face à sua escasez (conflitos pelo controle de preços, monopólio, perigo de retrocesso no bem-estar geral) e a contaminação gerada (poluição, chuva ácida, efeito estufa, etc, que também estão conduzindo a graves problemas em múltiplos campos).

Por tais motivos, o homem atual, amparado em uma tecnologia bastante evoluída, busca recuperar o uso das energias renováveis, aquelas que dependem diretamente da energia recebida do Sol, e entre elas destaca, nas zonas do globo mais favorecidas, a energia armazenada no vento, ou energia eólica. Esta energia foi captada desde a Antiguidade, e utilizada para a impulsão de barcos, o bombeamento de águas, a moagem de grãos e o acionamento de pequenas máquinas ferramentas. Atualmente, o progresso no desenho de perfis de pás aerodinâmicas com alto poder de captação, o emprego de novos materiais na construção e outros fatores levaram à construção de aerogeradores de grande potência (ao redor de 2.000 – 3.000 kW, capazes de abastecer de energia elétrica a uma população de 1.000 habitantes), com custos de geração de energia elétrica competitivos com os geradores em centrais térmicas convencionais.

Neste contexto, uma indústria de fabricação de aerogeradores detectou a possibilidade de melhorar os equipamentos existentes no mercado, e impulsionar desta maneira uma maior penetração de sua empresa: em concreto, as possibilidades de melhora se centralizam na fabricação de uma máquina (aerogerador) mais potente (da ordem dos 4.000kW), com melhores rendimentos de captação do vento, com menor número de falhas, de fácil manutenção e de menor custo de kW instalado.

Este enfoque inicial constitui o primeiro passo do processo produtivo, podendo definir-se como o RECONHECIMENTO DE UMA NECESSIDADE.

A partir daqui, e até conseguir que grande número destas novas máquinas sejam vendidas e instaladas em diferentes partes do mundo produzindo energia elétrica limpa, segura, não contaminante, não dependente e a preços competitivos (o que poderia denominar-se colocar o PRODUTO NAS MÃOS DO CONSUMIDOR), o processo produtivo se vai conformando em sucessivas etapas:

- **PESQUISA BÁSICA (Tecnológica):**

Tem como objetivo o conhecimento científico, a compreensão da natureza e dos fenômenos naturais, em condições naturais ou modificadas (Conhecimento teórico ou empírico). É dificilmente planejável. Seus resultados são únicos e universais. Requer pessoal altamente qualificado, desenvolve-se em Universidades e Institutos de Pesquisa e se nutre, preferentemente, de fundos públicos.

No produto do exemplo, a pesquisa básica consistiu, fundamentalmente, na invenção de novos materiais (fibra de carbono) e a determinação de suas características mecânicas (resistência, dureza, etc.), químicas (resistência à oxidação, etc.), térmicas, elétricas, etc. Isto inclui, obviamente, o processo de obtenção de tal material.

- **PESQUISA APLICADA:**

Tem como objetivo conseguir um fim pré-determinado, conhecido. Presta-se ao planejamento. Seus resultados são diversos, dependendo do país, época, autores, etc. É a mais conveniente para países em desenvolvimento. Problemas com a propriedade intelectual e industrial, proteções de divulgação de resultados, grandes necessidades de recursos econômicos, etc.

Também exige pessoal de alta qualificação, tanto científico como também técnico. Desenvolve-se em Universidades e Institutos de Pesquisa, mas também em Centros especializados e outros organismos multidisciplinares, de natureza pública e privada. Os recursos provêm tanto de entidades públicas como de privadas. Também exige a disponibilidade de importantes recursos tecnológicos. Nesta fase do processo se investiga sobre o possível emprego da fibra de carbono na construção das pás, definindo a tipologia da fibra a ser utilizada, sua distribuição em cada camada, a disposição das camadas, etc., para alcançar a resistência desejada e a união com os demais componentes estruturais da pá. Ao mesmo tempo, também se pesquisa sobre novos perfis aerodinâmicos e a forma das pás, de maneira que o rendimento na captação de energia seja mais alto do que aquele encontrado nas máquinas que já estão no mercado.

- **DESENVOLVIMENTO:**

Tem como objetivo a fabricação de equipamentos ou a definição de procedimentos que permitam a aplicação prática, a escala industrial, dos resultados da pesquisa aplicada. A otimização de sistemas e materiais, a definição de equipamentos e processos para a fabricação, a ampliação dos campos de aplicação, etc., são as tarefas mais próprias.

Requer mão-de-obra altamente especializada, mas agora em trabalhos associados à fabricação e à produção. Exige fortes disponibilidades econômicas, procedentes de fundos públicos e ainda mais de privados. Também requer grandes disponibilidades de tecnologia, bem como de uma presumível existência de mercados.

Nesta fase do processo se define o procedimento para a construção das pás de aerogeradores com fibra de carbono, a escala industrial. Esta etapa requer a construção de novas máquinas e ferramentas, o desenvolvimento de equipamentos para análises de resistência das pás construídas (comportamento em rajadas de vento, vibrações, impactos, corrosões, etc.).

O desenvolvimento tecnológico compreende ademais duas atividades bem diferenciadas. O desenho mecânico e o desenho industrial. O desenho mecânico é a parte do desenvolvimento tecnológico encaminhada ao desenho e relaboração de componentes e mecanismos de aplicação específica, mas similares aos existentes no mercado.

No exemplo, esta fase pode consistir no desenvolvimento de um novo sistema de freio para o rotor e no desenho e construção de uma nova caixa multiplicadora de engrenagens (para passar de 40 r.p.m. a 1.700 r.p.m) de mínimo peso e máxima fiabilidade, não disponíveis no mercado.

O desenho industrial é a parte do desenvolvimento tecnológico (e da produção em geral) que costuma acomodar os produtos desenvolvidos às demandas do mercado, e do

usuário final, em aspectos relacionados com a funcionalidade, a estética, a eficiência, a segurança no uso, etc.

No caso do aerogerador, o desenho industrial se aplica à construção da cobertura exterior da gôndola, para conseguir uma ventilação e uma estética adequadas.

Nesta fase de desenvolvimento se realizam um ou vários protótipos, que são submetidos a ensaios e verificações de todo tipo, e que podem acarretar importantes modificações nos desenvolvimentos iniciais, até conseguir um produto preparado para o mercado.

- **INOVAÇÃO:**

Conjunto de atividades mediante as quais as empresas assumem a fabricação industrial de um produto procedente de um desenvolvimento tecnológico, introduzindo-lhe no mercado (A inovação também cabe nos planos de organização da produção, organização de vendas, etc.). No exemplo considerado, uma empresa assume a construção do aerogerador desenvolvido, e todo o processo de fabricação conseqüente, e começa sua fabricação em série.

- **FABRICAÇÃO:**

Parte do processo produtivo que gera os produtos e serviços que serão posteriormente postos em mãos dos consumidores. Exige o prévio equipamento, (dotar-se dos meios de fabricação, ou seja, maquinário, infra-estrutura, etc.) a disponibilidade de mão-de-obra qualificada nesta fase de produção (engenheiros técnicos, especialistas, etc.), a disponibilidade de matérias-primas, a disponibilidade de mercados e de fundos econômicos.

Neste caso, a empresa adquiriu as máquinas para a fabricação das pás e outras para a ensabladura de componentes e para o levantamento dos aerogeradores no terreno. Também submeteu o pessoal à uma etapa de formação.

- **VENDA E SERVIÇOS:**

É a parte do processo que coloca os produtos e serviços em mãos do consumidor e atende às suas necessidades derivadas do uso dos bens adquiridos. Na tecnologia moderna, exige-se a existência de equipamento (com esta finalidade), mão-de-obra qualificada (técnicos de manutenção, expertos em marketing, comerciais, publicitários, etc.), recursos financeiros e econômicos, etc.

Como se observa, o processo produtivo exige o acoplamento de múltiplos e diversos fatores, em áreas temáticas, econômicas, educativas, políticas (“captura” de mercados, aquisição de matérias-primas não disponíveis, etc.), etc.

- **REUTILIZAÇÃO E ELIMINAÇÃO:**

Conjunto de atividades mediante as quais as empresas especializadas coletam os produtos uma vez cumprida sua vida útil (por obsolescência ou por avarias, ou por outro motivo qualquer) e eliminá-los integralmente de maneira que não causem prejuízos

(incineração, enterramento, etc.), ou lhes submetem a processos de reciclagem, através de operações de “reparação (convertendo-lhes de novo em produtos que se possam utilizar) ou através de operações de conversão em matéria-prima original (por exemplo, convertendo as peças de ferro de um motor em uma barra de aço).

Esta última fase do processo está adquirindo cada vez mais importância como meio de proteger ao meio ambiente e para diminuir o consumo de matérias-primas, bem como de energia (consome muito menos energia fundir um motor que já não serve e converti-lo de novo em aço, que obter este de uma mina de ferro).

Nesta fase intervêm técnicos e empresários de variado tipo (incluindo biólogos e outros técnicos ambientais) que formam parte de empresas privadas, e em menor medida de organismos públicos.

CAMPOS DE ATIVIDADE DA ENGENHARIA MECÂNICA

Tendo em vista a análise efetuada do processo produtivo em engenharia mecânica, pode-se definir os seguintes como sendo seus campos de atividade:

1.- Investigação

De materiais, de processos de fabricação, de sínteses de mecanismos, de métodos para desenho e análises, de técnicas de ensaio e manutenção, etc.

2.- Desenvolvimento

De materiais para construção de componentes mecânicos, de máquinas e sistemas para fabricação de componentes, de sistemas para ensaios e manutenção de máquinas, etc.

3.- Desenho Mecânico

Desenho de componentes mecânicos de todo tipo, concebendo novos elementos, adaptando e modificando os já existentes a condições particulares de trabalho. Esta atividade se superpõe à de desenvolvimento e constitui a etapa prévia e básica de toda fabricação mecânica, na medida que toda máquina deve ser previamente desenhada para que possa ser fabricada.

4.- Ensaio e verificação

A aplicação de métodos e procedimentos para conhecer o estado das máquinas, seu comportamento em serviço, seus parâmetros funcionais, o cumprimento de prescrições de fabricação, etc.

5.- Fabricação

Produção de componentes e equipamentos de todo tipo, com toda classe de materiais, em qualquer indústria, tanto mecânica como não mecânica, que necessite a elaboração e manipulação de componentes e sistemas, empregando para tanto equipamentos mecânicos. Fundamentalmente, isto implica a definição, instalação e o controle durante o funcionamento dos equipamentos e sistemas de fabricação para que se mantenham em seus corretos limites, permitindo a fabricação de produtos que cumpram os requisitos exigidos.

6.- Operação e manutenção

Manipulação e controle de sistemas mecânicos, estejam ou não associados a processos produtivos, que por sua complexidade requerem a aplicação de técnicas elaboradas para seu correto funcionamento. Diagnóstico e prognóstico de avarias de máquinas, bem como suas consequentes reparações, aplicação e vigilância de programas de manutenção, etc.

7.- Comercialização e venda

De componentes, equipamentos e sistemas mecânicos, na medida que estas operações comerciais, ligadas quase sempre a processos produtivos, requerem importantes conhecimentos técnicos para que sejam corretamente executadas, já que o vendedor atua como ponte entre o fabricante e o futuro usuário da máquina, componente ou sistema.

8.- Administração

Direção e gestão, principalmente técnica, de empresas de todo tipo, nas quais o componente mecânico e de fabricação seja importante e/ou bastante relevante.

ORDENS DE ATIVIDADE NA ENGENHARIA MECÂNICA

Um análise global, e desde outra ótica, do processo produtivo na engenharia mecânica, e dos consequentes campos de atividade, permite ver de forma clara que as atividades englobadas dentro da engenharia mecânica podem ser divididas em dois grupos ou ordens quantitativa e qualitativamente diferenciados.

Em uma **primeira ordem** podem englobar-se todas aquelas atividades que possibilitam o bom andamento de uma indústria, ou de um processo produtivo, tais como as de ensaio e verificações, fabricação, operação, manutenção, comercialização e administração.

Em definitiva, um conjunto de atividades que conjugam, de forma adequada, os recursos técnicos, humanos e econômicos para alcançar uma produção competitiva.

Em uma **segunda ordem** se englobariam aquelas outras atividades que permitem superar os problemas da obsolescência dos produtos e sistemas mecânicos, bem como os gerados pela competitividade e a própria evolução tecnológica (em campos afins ou conexos), tais como a investigação, o desenvolvimento e o desenho mecânico.

Em outras palavras, dentro do primeiro grupo estão englobadas as atividades correspondentes a uma “engenharia estática”, enquanto que o segundo engloba atividades que geram a “mudança tecnológica”.

Evidentemente, ambas ordens se complementam, e são imprescindíveis, se um país ou comunidade deseja alcançar um desenvolvimento tecnológico adequado. A primeira ordem permitiria “importar tecnologia” e fazer com que esta funcione de forma correta ..., mas não garante por si só um desenvolvimento tecnológico. Para alcançá-lo e inclusive permitir que os próprios desenhos sejam “vendidos” como outro produto mais, necessita-se da conjugação íntima com o grupo de atividades englobadas na segunda ordem.

Obviamente a existência das duas ordens não implica em uma divisão estanque entre as atividades incluídas em ambas. O que é especialmente certo nas atividades implícitas na segunda ordem, cuja execução, em muitos casos, implica a realização de atividades próprias da primeira ordem (a título de exemplo, o desenho mecânico exige, por parte do desenhista, conhecimentos e tarefas nos campos de ensaio, manutenção, etc.).

QUEM É O ENGENHEIRO MECÂNICO?

- Conceito de engenheiro mecânico.
- Conhecimentos, capacidades e atitudes do engenheiro mecânico.
- Tipos de engenheiros mecânicos.
- Perfil Profissional dos diferentes tipos de engenheiros mecânicos

CONCEITO DE ENGENHEIRO MECÂNICO

Engenheiro mecânico é todo aquele, homem ou mulher, que através de atividades de pesquisa, desenvolvimento, desenho, construção, operação, manutenção e comercialização de sistemas e equipamentos mecânicos, coadjuva criar e manter um desenvolvimento industrial que permite transformar a natureza a serviço das necessidades humanas.

O engenheiro mecânico, em seu âmbito de competências, é em certo modo um “recriador” da própria natureza, na medida que é capaz de “colocar algo nesta natureza”, que antes de sua ação “não existia”.

(Quando se analisa o que é um automóvel, chegamos a conclusão que é nada mais que “pedaços de natureza básica” – mineral de ferro, petróleo, etc. – convenientemente “trabalhada” e “ordenada”, por uma multidão de pessoas, operários e técnicos, através do uso de uma “informação” armazenada por sucessivos e precedentes técnicos e científicos).

Em grande medida, sobre o engenheiro mecânico descansa o desenvolvimento técnico, social e econômico atual, e constituirá uma peça decisiva para o futuro desenvolvimento da humanidade.

CONHECIMENTOS, CAPACIDADES E ATITUDES DO ENGENHEIRO MECÂNICO.

No exercício de suas atividades, o engenheiro mecânico utiliza uma série de conhecimentos, capacidades e atitudes adquiridas durante sua aprendizagem como estudante, que se ampliam posteriormente com sua experiência profissional e contínua atualização, e que poderíamos resumir como sendo as seguintes:

- Conhecimentos em matérias científicas e técnicas de diversa índole e com diferente grau de intensidade.
- Neste contexto, o exercício da engenharia mecânica requer um alto grau de interdisciplinariedade dos conhecimentos, face as profundas conexões da engenharia mecânica com diversos ramos do conhecimento. Em qualquer caso, os conhecimentos em matérias básicas (matemática, física, etc.), e em matérias tecnológicas conexas (eletrônica, eletrotécnica, etc.) se circunscrevem a todos os aspectos que resultam úteis para o exercício da engenharia mecânica (obviamente, não se necessitarão os mesmos conhecimentos de matemática, para citar um exemplo, os engenheiros que desempenhem trabalhos de pesquisa, que aqueles que desempenhem trabalhos de manutenção).
- Capacidade de análise, em sua tripla vertente: capacidade para descompor um problema complexo em suas partes constituintes; capacidade para estabelecer relações entre as diversas partes de um todo, que mesmo estando mais ou menos relacionadas, não seja explícita esta relação; capacidade de obter a solução de um problema através de etapas de reflexão sucessivas, encadeadas entre si.
- Capacidade para “modelar” sistemas físicos, ou seja, capacidade para formular “descrições mentais, teóricas” de um problema físico, o que seria a capacidade de “representar” objetos físicos reais através de um “modelo matemático” teórico, de maneira que as equações matemáticas que conformam o modelo “simulem” o máximo possível o comportamento físico do objeto representado.
- Capacidade de síntese para, a partir de uma necessidade ser capaz de criar e desenhar uma máquina e seus componentes para satisfazê-la. Em certa medida, esta atividade é contrária à de análise, já que se trata de ir “compondo” partes mais ou menos simples, para obter ao final um conjunto (máquina ou sistema) de maior complexidade. A síntese mecânica (o desenho mecânico) é uma atividade tremendamente complexa, que exige do engenheiro importantes conhecimentos, em múltiplas disciplinas, capacidade para modelar sistemas físicos, capacidade de análise, aprofundado conhecimento das técnicas de fabricação e de materiais, conhecimentos de disciplinas concretas que possam ajudar (ou modificar) a encontrar uma solução adequada, conhecimento de técnicas de representação (desenho) que permitam “comunicar” a idéia, etc.
- Sensibilidade diante das necessidades humanas, bem como com os impactos sociais e ambientais de sua ação.

Estas atitudes são importantes para os engenheiros que exerçam sua atividade a nível de pesquisa, desenvolvimento e desenho mecânico, permitindo-lhes “captar” as necessidades humanas que possam ser satisfeitas mediante o desenho de novas máquinas ou sistemas, muito além da espera passiva de “instruções” alheias, bem como “limitar” suas possíveis atuações dentro de uma “ética profissional” acorde com os interesses superiores da sociedade na qual desenvolve seu trabalho.

Esta “sensibilidade” para que se materialize, deve estar acompanhada de uma “atitude positiva” para realizar um novo desenho (que significa dispor de conhecimentos apropriados e desejar realizar o trabalho).

- Capacidade de organização e gestão de recursos técnicos, econômicos e humanos, para aqueles que exercem sua atividade nos campos da comercialização, vendas e administração. Neste contexto, o engenheiro mecânico necessita dispor de bons conhecimentos em matérias econômicas e sociais, que lhe permitam interagir adequadamente com o pessoal colaborador e/ou dependente.

TIPOS DE ENGENHEIROS MECÂNICOS

Atendendo as duas ordens de atividades que caracterizam a engenharia mecânica, pode-se definir a dois tipos de engenheiros mecânicos:

O primeiro seria aquele que exerce seu trabalho na primeira ordem de atividade (fabricação, operação, manutenção, ensaios, comercialização, produção, etc.), e cuja denominação poderia ser ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO (ENGENHEIRO MECÂNICO na maioria dos países).

O segundo é aquele que exerce seu trabalho na segunda ordem de atividades (pesquisa, desenvolvimento e desenho), e cuja denominação poderia ser ENGENHEIRO DE CONCEPÇÃO (MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA em alguns países).

Evidentemente, esta classificação não estabelece compartimentos estanques radicalmente separados entre as atividades desenvolvidas por ambos tipos de engenheiros. Existem labores de ensaio, por exemplo, diretamente relacionados com desenho e pesquisa, e outros de fabricação ligados com atividades de desenvolvimento.

De forma geral, pode-se afirmar que o correto desempenho das atividades próprias da segunda ordem requer o conhecimento, mais ou menos amplo das atividades próprias da primeira, mas não ao contrário.

Em todo caso, esta divisão em dois tipos de engenheiros mecânicos não estabelece por si só nenhum tipo de superioridade de uma ordem à outra. Ambas são igualmente importantes, já que das duas depende na mesma proporção o desenvolvimento técnico, econômico e social de qualquer comunidade tecnicamente avançada.

PERFIL PROFISSIONAL DOS DIFERENTES TIPOS DE ENGENHEIROS MECÂNICOS

O perfil profissional do engenheiro mecânico está constituído pelos conhecimentos, capacidades e atitudes colocadas em prática no exercício de sua atividade, e que em grande medida estão definidas pela formação recebida no curso de seus estudos universitários, ao que se acrescenta sua experiência profissional e outros estudos de pós-graduação que possa ter recebido.

Em termos gerais, os conhecimentos, capacidades e atitudes utilizadas por cada engenheiro no exercício de sua profissão dependem da ordem de atividade em que se encontrem integrados, ou em outras palavras, do tipo de engenheiro de que se trate: engenheiro de produção ou engenheiro de concepção.

Como consequência, os perfis profissionais dos dois tipos de engenheiros estão claramente diferenciados, tanto qualitativamente como quantitativamente.

A título de exemplo, não se requerem os mesmos conhecimentos matemáticos, em extensão e em profundidade, para efetuar trabalhos de manutenção e de pesquisa. No mesmo sentido, não se requer a mesma sensibilidade e atitude para trabalhos de fabricação e de desenho.

Considerando o exposto, podemos assinalar, com bastante propriedade, um perfil profissional para cada tipo de engenheiro:

ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO:

- Conhecimento em matérias científicas básicas (matemática, física, química, termodinâmica, etc.) a nível médio.
- Conhecimentos em matérias técnicas mais aprofundados em sua própria área de especialidade (mecânica, tecnologia mecânica, mecanismos, etc.).
- Conhecimentos de matérias económicas e sociológicas a nível médio, em aspectos relacionados com organização e gestão da produção.
- Certa capacidade para trabalhos práticos (habilidades manuais).
- Capacidade de análise de nível médio.
- Capacidade de síntese de nível elementar.
- Elevada motivação para trabalhos de execução e de realização.
- Elevada capacidade para organização, gestão e direção de trabalhos de produção e operação, em áreas concretas de atividade.
- Dotes de comando e sociabilidade.
- Capacidade para integrar-se em um grupo de trabalho.
- Conhecimentos de informática de nível elementar.
- Conhecimentos de idiomas a nível técnico, na área de sua atividade específica.

ENGENHEIRO DE CONCEPÇÃO:

- Conhecimentos avançados em matérias básicas científicas (como ferramentas fundamentais para resolver os problemas surgidos nos labores de desenho e pesquisa).
- Conhecimentos avançados em matérias técnicas, inclusive não diretamente relacionadas com as áreas próprias (elevada multidisciplinarietà).
- Conhecimentos em matérias económicas e sociológicas de nível médio, em aspectos relacionados com a organização e gestão da produção, assim como naqueles aspectos que repercutem nos labores de desenho e câmbio tecnológico.
- Mínima capacidade para trabalhos práticos, quase sempre associados a ensaios e verificações.
- Elevada capacidade de análise.
- Elevada capacidade para a “modelização” de sistemas físicos.
- Elevada capacidade de síntese, o que significa:
 - ☐Habilidade para captar relações espaciais e visões de conjunto.
 - ☐Capacidade para adequar a mente a situações diferentes das perceptíveis pelos sentidos.
 - ☐Capacidade inventiva.
 - ☐Sentido de antecipação.
 - ☐Sentido da utilidade e capacidade de discernimento.
 - ☐Dotes estéticos, que lhe permitam produzir desenhos "atraentes".
 - ☐Sensibilidade diante das necessidades humanas e ao impacto social de sua ação.
- Elevada motivação e capacitação para trabalhos de escritório, e menor, para trabalhos de execução e fabricação.
- Grande capacidade de trabalho e auto-disciplina.
- Capacidade de trabalho em grupo.
- Dotes de comando e sociabilidade.
- Grande capacidade para intercâmbio e processamento da informação.
- Conhecimentos avançados de informática, que possam ser utilizados a nível de desenho e pesquisa.
- Domínio de idiomas, preferentemente o inglês.

Como se pode observar dos perfis expostos, a diferença fundamental entre ambos é que, enquanto o primeiro tipo atua em labores de execução e ordenação de trabalhos dentro de processos previamente definidos; os segundos atuam em labores não definidos, propondo em base a um amplo exercício da discricionariedade, os próprios procedimentos, equipamentos e materiais. A diferença é claramente conceitual, qualitativa e não meramente quantitativa.

COMO É A ATIVIDADE PROFISSIONAL DO ENGENHEIRO MECÂNICO?

- Campos de atividade do engenheiro mecânico.
- Modos de exercer a atividade de engenheiro mecânico.
- Lugares aonde exercem sua atividade os engenheiros mecânicos.
- Exemplos de atividades dos engenheiros mecânicos.

CAMPOS DE ATIVIDADE DO ENGENHEIRO MECÂNICO

De acordo com os campos de atividade da engenharia mecânica, podem ser considerados como campos nos quais os engenheiros mecânicos podem exercer sua atividade como tais, os seguintes:

- 1) Pesquisa
- 2) Desenvolvimento
- 3) Desenho / Criação
- 4) Ensaio e verificações
- 5) Fabricação (produção)
- 6) Manutenção e operação (de sistemas mecânicos complexos, que requeiram a posta em marcha de uma técnica, e não de um labor especializado)
- 7) Comercialização e vendas
- 8) Administração, gestão e direção de empresas mecânicas de todo tipo.

Como é fácil de compreender, cada campo de atividade está mais associado a um ou outro tipo de engenheiro mecânico, ainda que em alguns deles a distinção não seja tão clara nem específica.

Em termos gerais, pode-se afirmar que os campos 1, 2, 3 e 4 são típicos dos engenheiros de concepção, enquanto que os 5, 6, 7 e 8 são típicos dos engenheiros de produção.

Por outro lado, pode-se afirmar que as atividades 1 a 5 são as mais gerais, multidisciplinares, enquanto que as demais estão mais especializadas, em parcelas de atividades mais concretas.

MODOS DE EXERCER A ATIVIDADE DE ENGENHEIRO MECÂNICO

O engenheiro mecânico, em quaisquer de seus dois tipos, pode exercer sua atividade profissional sob duas modalidades:

- Profissional livre (autônomo)
- Profissional assalariado

No primeiro caso, o engenheiro mecânico atua como um consultor privado, que “vende seus serviços”, mediante um contrato individual e temporal, a todos aqueles (particulares, empresas, organismos da administração) que lhe solicitem. O exemplo mais claro desta atividade é a confecção de projetos mecânicos (criação de novas máquinas), realização de ensaios e verificações, relatórios de avarias e acidentes em máquinas ou causados por estas máquinas, etc.

No segundo caso, o engenheiro mecânico forma parte do quadro laboral de uma empresa pública ou privada, com umas responsabilidades específicas mediante o correspondente contrato laboral.

À margem destas duas modalidades mencionadas, também existem um grande número de engenheiros, de ambos tipos, que exercem atividades de direção de empresas, como empresários, e não como assalariados.

LUGARES AONDE EXERCEM SUA ATIVIDADE OS ENGENHEIROS MECÂNICOS

Desde o ponto de vista de sua localização laboral, os engenheiros mecânicos exercem sua atividade em:

- . Centros de pesquisa e desenvolvimento, públicos ou privados (trabalhos de I+D)
- . Centros de desenho mecânico, públicos ou privados (trabalhos de desenho mecânico)
- . Universidades e outras instituições formativas (trabalhos de docência, pesquisa e desenho)
- . Organismos públicos da administração (trabalhos de administração, gestão e controle)
- . Empresas produtoras (trabalhos de fabricação, operação, manutenção, etc.)
- . Empresas de comercialização (trabalhos de vendas e comercialização)

EXEMPLOS DE ATIVIDADES DOS ENGENHEIROS MECÂNICOS

Como podemos deduzir do anteriormente exposto, a atividade dos engenheiros mecânicos engloba praticamente todos os campos da administração e da indústria em suas diferentes modalidades dependendo não apenas da própria titulação, e sim muito mais das circunstâncias particulares de cada caso concreto.

A continuação vamos expor alguns exemplos de atividades dos engenheiros mecânicos, em diferentes parcelas, a título de referência.

Pesquisa e desenvolvimento:

- Aplicação de sistemas expertos à síntese de mecanismos e máquinas, e a sua manutenção.
- Métodos para o desenho de mecanismos considerando a flexibilidade dos componentes mecânicos, as folgas em suas uniões, etc.
- Métodos para desenhos otimizados de máquinas e seus elementos (teorias de otimização matemática aplicadas a desenhos de componentes de menor custo, menor peso, etc.).
- Tribologia aplicada ao desenho de máquinas (aspectos relativos aos roçamentos, desgaste e lubrificação).
- Mecânica da fratura aplicada ao desenho de componentes de máquinas (aspectos relativos ao aparecimento e crescimentos de fendas, origem de falhas nos materiais).
- Teorias de fiabilidade aplicadas ao desenho de máquinas (estudos estatísticos sobre probabilidade de falhas, aplicados ao desenho de componentes e sistemas mais seguros).
- Aplicação de novos materiais na construção de máquinas (plásticos, cerâmicas, fibras, etc.).
- Métodos para desenhos otimizados de robôs e manipuladores.
- Métodos e desenhos para melhorar os rendimentos das máquinas térmicas, motores, turbinas, etc.
- Desenho de próteses e membros artificiais, incluindo seus materiais.
- Métodos para otimização do trabalho em fábricas automatizadas (fabricação flexível).
- Desenvolvimento de software para desenho e fabricação de máquinas operadas por computador.
- Desenho de veículos não contaminantes (enquanto a fumaças, ruídos, vibrações, etc.).
- Desenho de veículos inteligentes, e de sistemas de informação em rota.

Desenho

- Máquina para preenchimento automático de bolsas de terra em viveiros de plantas.
- Mecanismo controlado por computador para simular o comportamento de animais anti-diluvianos.
- Pistola trepadora para pintar postes de iluminação (sem interrupção do tráfego).
- Aeromotor para dessalgar a água do mar.
- Planta energética autônoma elementar, para melhorar a qualidade de vida em países subdesenvolvidos.
- Sistema semi-automático para coleta de resíduos sólidos urbanos.
- Veículo recreativo para mar e praia.
- Central mecanizada de propósito específico.
- Porta-lixeiras sobre contenedores pneumáticos e programáveis.
- Sistema de descarga automática de barcos de pesca.
- Manipulador pneumático programável, de propósito docente.
- Automóvel propulsado por energia solar.
- Sistema automático de pesagem de veículos em estrada.

Docência

- Professor de Universidade (pública ou privada).
 - Integral
 - Parcial (proveniente de empresa)
(Em praticamente todas as áreas de conhecimento relativas às ciências e às técnicas).
- Professor de centros de Formação Profissional e Escolas de Ensino Médio (públicos ou privados).

Administração e gestão em organismos públicos

- Ministério de Indústria e Energia.
- Ministério de Economia e Comércio.
- Ministério de Fazenda (Inspetores de Fazenda).
- Ministério de Assuntos Exteriores (adjuntos às embaixadas).
- Ministério do Exército (Engenheiros militares).
- Comunidades autônomas/Estados (Secretarias de Indústria, etc.)
- Prefeituras /Câmaras Municipais (Direção e gestão de serviços de limpeza, iluminação, transportes, etc.).

Fabricação

- Indústrias de aço, maquinário agrícola, produção e tratamento de águas, armamento, estaleiros, astronáutica, auto-níveis, calçados, pedreiras, centrais elétricas, refinarias, construção civil, têxtil, impressão, fabricação de maquinário ferramentas, fabricação de eletrodomésticos, fabricação de móveis, fabricação de maquinária para o lazer e o entretenimento, indústria agro-alimentícia, indústria informática e eletrônica, mineração, indústria do vidro, indústria da ótica, etc.

COMO É A FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS MECÂNICOS?

- Perfis gerais da formação dos engenheiros mecânicos.
- Conteúdos gerais da formação dos engenheiros mecânicos.
- Conteúdos e metodologias segundo os tipos de engenheiros mecânicos.

PERFIS GERAIS DA FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS MECÂNICOS

Em termos gerais, podem se assinalar como características da formação dos engenheiros mecânicos, em seus dois tipos, as seguintes:

- Importante apoio de conhecimentos científicos básicos, ainda que apenas na medida que sejam úteis, aplicáveis (por exemplo, não se trata de saber matemática “per si”, mas na medida que esta seja aplicável à resolução de problemas relacionadas à engenharia).
- Acusado caráter "bidimensional" na medida que o desenvolvimento de qualquer produto de engenharia requer o concurso de muitas variadas disciplinas, em áreas científicas, técnicas, económicas, etc.
- Amplo caráter "multidisciplinar", na medida que o desenvolvimento de qualquer produto de engenharia requer o concurso de variadas disciplinas, em áreas científicas, técnicas, económicas, etc.
- Necessidade de aprendizagem relacionada com a aplicação "discrecional" dos conhecimentos, com o discernimento, ou seja, que capacitem para a “tomada de decisões” entre um amplo leque de possibilidades.
- Conhecimentos de técnicas tanto a nível “internacional”, como a nível “local” (Na medida que a engenharia tem como objetivo “fabricar produtos”, não apenas se deve conhecer o panorama no qual trabalhamos de forma bastante detalhada, mas também ter presentes os “reais recursos” que estão ao nosso alcance, pois serão eles que permitirão a realização do produto desenhado).
- Finalmente, e a título de resumo, a principal característica que define a formação dos engenheiros mecânicos, e que de alguma maneira resume todos os anteriores, é que a “competência”, as “pautas de conduta” que os estudantes adquirem com a mesma devem ser “aplicáveis”, o que é certo tanto quando se trata de “usar” uma tecnologia desenvolvida, como ainda mais, no caso que se pretenda contribuir a “gerá-la”.

CONTEÚDOS GERAIS DA FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS MECÂNICOS

Desde o ponto de vista dos conteúdos, a formação dos engenheiros mecânicos, em seus dois tipos, pode-se dividir em três grupos de disciplinas:

Um grupo que poderíamos denominar “básicas”, que procuram os suportes científicos e técnicos para fundamentar as matérias da própria especialidade.

Outro grupo está constituído pelas “matérias próprias” da especialidade, e sua aplicação permite que o engenheiro mecânico possa executar suas tarefas como tal.

Um terceiro grupo está constituído por um conjunto de “matérias complementares” indiretamente relacionadas com a especialidade, mas também imprescindíveis para o correto desempenho da engenharia mecânica.

Matérias gerais básicas:

- . Álgebra e cálculo matemático
- . Informática
- . Cálculo numérico
- . Física geral
- . Mecânica de sólidos
- . Mecânica de fluídos
- . Termodinâmica
- . Elasticidade e resistência de materiais
- . Desenho técnico
- . Geometria descritiva

Matérias próprias da especialidade:

- . Cinemática e dinâmica de máquinas
- . Cálculo, construção e ensaio de máquinas
- . Tecnologia mecânica
- . Materiais
- . Teoria de estruturas
- . Estruturas metálicas
- . Máquinas hidráulicas e de fluídos
- . Motores térmicos
- . Transportes e automóveis
- . Termotecnia
- . Tecnologia frigorífica e de ar condicionado

Matérias complementares de maior interesse para o engenheiro mecânico:

- . Eletrônica industrial
- . Regulação automática
- . Administração de empresas
- . Organização da produção
- . Idiomas

CONTEÚDOS E METODOLOGIAS SEGUNDO OS TIPOS DE ENGENHEIROS MECÂNICOS

De acordo com o perfil profissional dos engenheiros técnicos mecânicos, e dos engenheiros mecânicos, em termos gerais poderíamos assinalar como as diferenças mais importantes entre ambas formações, as seguintes:

- Os períodos de formação são mais longos para os engenheiros do que para os engenheiros técnicos.
- O grau de abstração e aprofundamento nos conhecimentos também é maior.
- A importância da conceitualização no enfoque dos problemas é superior no casos do engenheiros.
- O grau de interdisciplinariedade dos conhecimentos também deve ser maior para os engenheiros.
- A importância da análise e da síntese no enfoque da aprendizagem é maior nos primeiros do que nos segundos.
- A especialização e concretização dos conhecimentos recebidos é maior nos engenheiros técnicos.
- A aptidão (e atitude) para realizações materiais concretas, como resultado da aprendizagem, deve ser maior para os engenheiros técnicos.

De todo o exposto se deduz que o processo educativo difere profundamente de um tipo de engenheiro a outro, tanto nos conhecimentos adquiridos como nas metodologias derivadas.

A título de resumo, poderíamos assinalar como aspectos mais definitórios:

ENGENHEIROS TÉCNICOS MECÂNICOS:

- Especialização mais aprofundada em áreas concretas da engenharia mecânica.
- Formação teórica média, de acordo com as exigências da especialização escolhida.
- Nível de interdisciplinariedade médio, também de acordo com a especialização.
- Enfoque prático dos conhecimentos, sem excessiva ênfase em explicações teóricas e conceituais.
- Treinamento aprofundado para tomar decisões corretas nos trabalhos correspondentes à sua especialização.
- Habilidade para realizações materiais (ainda que a nível de especialista).
- Ensino de tendência diretiva, utilizando recursos como formulários, catálogos e manuais de instruções.

ENGENHEIROS MECÂNICOS:

- . Formação teórica aprofundada, e fortemente multidisciplinar.
- . Enfoque conceitual dos conhecimentos com ênfase na discussão dos conceitos, na justificativa das suposições, etc, que vão além do uso de formulários e catálogos.
- . Escassa habilidade para realizações materiais concretas.
- . Treinamento avançado para a criatividade, o discernimento, em trabalhos não definidos previamente.
- . Ensino de tendência não diretiva, discrecional, com participação ativa do estudante, na qual se destaquem a discussão dos problemas, a execução de projetos e relatórios, a participação em trabalhos em grupo, a consideração de fatores relacionados com aspectos econômicos e sociais.

Em resumo, uma metodologia encaminhada a alcançar o que um estudo de uma série de matérias desassociadas não pode conseguir: o sentido do discernimento, a capacidade de auto-crítica, a cooperação em grupos de trabalho, as faculdades de inovação, o sentido da ação da engenharia.